

PCT/JP 03/16361

19.12.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JP03/16361

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月19日

出願番号
Application Number: 特願2002-367519
[ST. 10/C]: [JP 2002-367519]

出願人
Applicant(s): 筒井 修

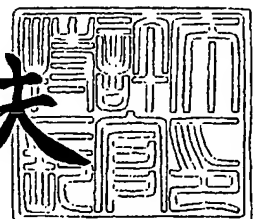
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

RECEIVED	
12 FEB 2004	
WIPO	PCT

2004年 1月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3003851

【書類名】 特許願

【整理番号】 T0-0210

【提出日】 平成14年12月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市東海岸北2丁目6番62号

 【氏名】 筒井 修

【特許出願人】

 【識別番号】 501147509

 【氏名又は名称】 筒井 修

【代理人】

 【識別番号】 100085257

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小山 有

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 038807

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 再帰反射機能部材および再帰反射ユニット

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 扁平板状の透明体からなり、前面を入・出射面、後面を反射面、上下面及び両側面を平坦面とし、前記前面は側面視で前方に突出したシリンダリカル形状をなし、前記後面は側面視及び平面視で後方に突出するとともに側面視及び平面視での曲率半径が異なる凸状非球面とされたことを特徴とする再帰反射機能部材。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の再帰反射機能部材において、側面視での前記前面の曲率半径の中心と側面視での前記後面の曲率半径の中心とは一致し、平面視での前記後面の曲率半径の中心は再帰反射機能部材の軸線上に一致することを特徴とする再帰反射機能部材。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の再帰反射機能部材において、側面視での前記前面の曲率半径を R_1 、側面視での前記後面の曲率半径を R_2 とした場合、 $1.5 \leq R_2 / R_1 \leq 2.5$ としたことを特徴とする再帰反射機能部材。

【請求項 4】 請求項 1 または請求項 2 に記載の再帰反射機能部材において、側面視での再帰反射機能部材の厚さは、水平方向からの入射光と前記前面の曲率半径の中心を通る線とのなす角 (θ_1) が 30° 以内となる厚さであることを特徴とする再帰反射機能部材。

【請求項 5】 請求項 1 または請求項 2 に記載の再帰反射機能部材において、平面視での前記後面の幅方向の端部と後面の曲率半径の中心を結ぶ線と、後面の曲率半径の中心を通る軸線とのなす角 (θ_2) が $\pm 0.002^\circ \sim \pm 0.2^\circ$ であることを特徴とする再帰反射機能部材。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 5 に記載の複数の再帰反射機能部材を、前面及び側面を揃えて上下方向に積層したことを特徴とする再帰反射ユニット。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の再帰反射ユニットにおいて、積層する複数の再帰反射機能部材として異なる再帰反射特性を有するものが選定されていることを特徴とする再帰反射ユニット。

【請求項 8】 請求項 6 または請求項 7 に記載の再帰反射ユニットにおいて、ユニットの片側前方に光源からの光線を再帰反射機能部材の前面に入射せしめるとともに、前面からの出射光を略光源方向に戻す反射部材を設けたことを特徴とする再帰反射ユニット。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の再帰反射ユニットにおいて、前記再帰反射機能部材及び反射部材は入射光線の光軸に対して傾斜していることを特徴とする再帰反射ユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は入射した光を発光源に向けて反射せしめる再帰反射機能部材と、この再帰反射機能部材を積層した再帰反射ユニットに関し、例えば高速道路のガードレールの視線誘導標識、海難救助用の標識など遠方からの視認性が要求されるものに関する。

【0002】

【従来技術】

再帰反射機能部材には、微小ガラス球型再帰反射機能部材とキューブコーナ型再帰反射機能部材とがある。

微小ガラス球型再帰反射機能部材としては、ガラスビーズ（レンズ）の持つ再帰反射を利用して、道路のトラフィックペイントにガラスビーズを混ぜる技術、或いはベース布地の一面に塗料層を設けこの塗料層にガラスビーズを半分埋設した反射クロス、ガラスビーズを埋設した透明樹脂プレート的一面側に接着層を設けた反射シートが知られている。（非特許文献 1）

また、上記非特許文献 1 に示された反射シートの外側面に屈折要素と滑り止め粒子を設けた先行技術が知られている。（特許文献 1）

また、中心部に近づくほど屈折率が大きくなるガラス球を用いることで球面収差を修正し、再帰反射への寄与率を高くした先行技術が知られている。（特許文献 2）

【0003】

一方、キューブコーナ型再帰反射機能部材としては、微少空間を構成する保護フィルム表面にキューブコーナ型再帰反射要素を設けた先行技術が知られている。(特許文献3)

また、キューブコーナ型の改良として、互いに 90° の角度で交差する3つの面からなる三角錐型反射面にて入射光を再帰反射せしめる先行技術が知られている。(特許文献4)

更に、ガードレール部材に固定し、万一車体が接触した場合には倒れるようにして、有効な再帰反射面の面積を拡大する構造をした先行技術が知られている。(特許文献5)

【0004】

(非特許文献)

非特許文献1：ガラスの辞典（朝倉書店 1985年9月20日発行）P168～P171

(特許文献)

特許文献1：特表平11-508653号公報、図4及びその関連図

特許文献2：特開2000-075115号公報

特許文献3：特開平8-234006号、[0003]～[0005]

特許文献4：WO98-18028号公報

特許文献5：特開2002-146729号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記先行技術のタイプ別反射性能として、封入レンズ型（ビーズ樹脂埋込型）反射シートの反射輝度は 100 cd/lxm^2 程度、カプセルレンズ型反射シートの反射輝度は 300 cd/lxm^2 程度、キューブコーナ型（プリズムレンズ型）反射シートの反射輝度は 900 cd/lxm^2 程度とされ、現状の商品ではプリズムレンズ型反射シートが最もすぐれている反射材料であり、価格が高いためデリネーター等の視線誘導標識として主に使用されている。

【0006】

上記先行技術のうち、封入レンズ型反射シートの再帰反射効率を計算するため

前記封入レンズ型反射シートの再帰反射状態図を図 8 に示す。ここで再帰反射効率とは、入射した光線の中で入射した方向と 1.5° のズレ角度以内に返っていると考えられる反射光線の比率とした。

【0007】

この図 8 に示すように樹脂層の屈折率は通常 1.5 程度であるのでガラスビーズがレンズとして作用するには、この屈折率よりも大きな屈折率が必要になる。例えば、屈折率が 2.2 の高屈折ガラスを用いた場合でも $2.2 / 1.5 = 1.467$ であるので、空気中における低屈折ガラスからなるガラスビーズと同じになる。

【0008】

非特許文献に示されるように屈折率 1.5 のガラスビーズの集合位置は、ビーズ半球 (R) の 1.38 倍の個所に反射面をもってくることで再帰反射を最も効率よく行うことができる。因みに屈折率 1.93 のガラスビーズの場合にはビーズ表面を反射面とするのが最も効率がよい。

【0009】

したがって、封入レンズ型反射シートの場合、ビーズ半球 (R) の約 1.38 倍の個所に反射面がくるようにしている。しかしながら集光位置は図 8 に示すように光線の入射高さ角 (ガラスビーズ中心に対する角度) によってずれてくる。即ち入射高さ角 $0^\circ \sim 30^\circ$ 位迄は集光位置はそれ程変化しないが、 30° を超えると集光位置が手前側に移動し、反射光の出射方向が入射光の入射方向から大きくずれて

再帰反射しなくなる。

【0010】

ここで図8の再帰反射状態図で示すように $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の入射高さ角の光の
みが再帰反射するとして計算すると

$$\begin{aligned}\text{ガラスビーズの再帰反射率} &= \text{入射角 } 30^{\circ} \text{ 相当の断面積} / \text{ガラスビーズの断面積} \\ &= \pi R^2 \times \sin^2 30^{\circ} / \pi R^2 \\ &= 0.25\end{aligned}$$

となり反射効率は25%程度となる。

【0011】

次に反射効率に影響するのは、ガラスビーズの粒径のバラツキである。適正な再帰反射を得るためには、反射膜を各ビーズの粒径の焦点位置に合わせる必要があり、従ってビーズの粒径は一定であることが好ましく、 $50 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲内でよく分級したものを使用しているが、理想的な同じ粒径のビーズを使用した場合より、粒径のバラツキのため反射効率は、50%以上効率ダウンすると考えられる。

【0012】

次に反射効率に影響するのは反射シート単位面積当たりのガラスビーズの面積である。焦点距離を $1.38R$ とし、理想的な成形でガラスビーズを充填できたと仮定すると、反射シートの単位面積当たりのガラスビーズの面積比率は、

$$\pi R^2 / (2 \times 1.38R)^2 = 0.4 \text{ となり、更に } 40\% \text{ 程度効率ダウンすると考えられる。}$$

【0013】

以上の結果をまとめると最終的には、 $0.25 \times 0.5 \times 0.4 = 0.05$ となり、5%程度の極めて低い反射効率となってしまう。

封入レンズ型反射シートの反射効率を5%程度とすると再帰反射輝度の値よりみて、カプセルレンズ型反射シートで15%程度、プリズムレンズ型反射シートで45%程度になると考えられる。

【0014】

キューブコーナ型反射シートは再帰反射する入射角度が極めて制限されてしま

うが、特定の範囲では入射光線の45%が $\pm 1.5^\circ$ の範囲で再帰反射するという優れた再帰反射効率を持つ。

しかしながら、高速道路のガードレールの視線誘導標識に用いることを想定すると、 $\pm 1.5^\circ$ の再帰反射光が全て運転者の目に入射するのではなく、その一部が運転者の目に入射するにすぎない。

【0015】

図9は再帰反射体から自動車に向けて反射する光線の広がりを示す図、図10は再帰反射光のうち、どの程度が運転者の目に入射するかを説明した図で、(a)は平面図、(b)は側面図、(c)は(b)のC方向から見た図ある。これらの図では運転者の目から再帰反射体までの距離を40m、ヘッドライトと目の位置との上下方向の距離を50cm、運転者の両目の間隔を6cm(3cm+3cm)とし、運転者の目の位置、ヘッドライト及び再帰反射体は同一垂直面にあるとして説明する。

【0016】

図9から、運転者の目と反射体のなす角度(観測角度)は 0.716° となる。次に 0.716° の観測角度方向に向かう円環状の光線と運転者の目との関係は図10(a)及び(b)に示すように 0.716° の円環状のリングの上部に両目の幅6cmが存在することになる。このことより反射体から運転者の目の方向に向かう光線の角度を求めると、

$6 / (2 \times 3.14 \times 50) \times 360^\circ = 6.8^\circ = \pm 3.4^\circ$ となる。これを円状の反射体の部位で示すと図10(c)のようになり、上下に出来る三角形のうち上部の三角形が運転者の目の方向に向かう光線が反射される部分となる。

勿論この部分から反射された $0^\circ \sim 1.5^\circ$ の観測角度の光線のうちで観測角度 0.716° の光線が最終的に40m先にいる運転者の目に入る有効な光線となる。この時の円状の反射体の総面積に占める三角形の面積比率を求めると、

$6.8^\circ / 360^\circ = 0.0189$ となりわずか1.89%となる。

【0017】

このように、再帰反射された光線のうちで運転者の目の位置がある方向に反射された光線の比率がどの位あるかが非常に大事になる。即ち再帰反射性能は再帰

反射効率に運転者の目がある方向に反射された光線比率を乗じた値に比例すると考えられる。尚、図10では運転者の目と反射体の距離を40mとしたが、この距離を120mに変えても同じ値となる。こういう意味では現状でもっとも優れた再帰反射性能を持つキューブコーナ型反射シートも再帰反射性能はまだ大幅な改善の余地があるといえる。

【0018】

一方で更に優れた再帰反射性能を持つ反射材が要求されている。具体的には高速道路のガードレールの視線誘導標識として一般にガードレールの上部に直径70mm以上のデリネーターが使用されているが、夜間運転時のガードレールの視認性向上のため、ガードレールの中央部の凹部に視線誘導標識を設置する事が要求されている。

【0019】

現在ガードレールの上部に使用されているキューブコーナ型のデリネーターの反射部の面積を計算すると、直径70mmとして $\pi/4 \times 7 \times 7 = 38.46 \text{ cm}^2$ となるのに対して、ガードレールの凹部に視線誘導標識を設置しようとした場合は、厚み方向として道路側に視線誘導標識が飛び出さない寸法として20mm、幅方向としても45mm程度しか許容されないため、許容される反射部の面積は $2 \times 4.5 = 9 \text{ cm}^2$ とデリネーターの反射面積の1/4程度になるため、結果的に再帰反射輝度が不十分となり特許文献5に示されるような構造をとらざるを得ないことになる。

【0020】

以上の現状を踏まえて今回発明が解決しようとする課題は、高速道路のガードレール等の狭いスペースに設置可能で且つ従来品で最高の再帰反射性能を持つキューブコーナ型反射シートよりも優れた再帰反射性能を持つ再帰反射部材を安く提供することである。

【0021】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明に係る再帰反射機能部材は、アクリル樹脂などを材料とした扁平板状の透明体からなり、前面を入・出射面、後面をアルミ

蒸着などが施された反射面、上下面及び両側面を平坦面とし、前記前面は側面視で前方に突出したシリンдриカル形状をなし、前記後面は側面視及び平面視で後方に突出するとともに側面視及び平面視での曲率半径が異なる凸状非球面とされている。

【0022】

上記構成とすることで、再帰反射効率（入射した光線の内に入射した方向と 1.5° のズレ角度以内に返っていると考えられる反射効線の比率）が 80% 以上で且つ運転者の目がある方向に反射される光線比率（有効面積比率）を 4% 以上とする再帰反射機能部材を得ることが可能になる。

【0023】

前記再帰反射機能部材の側面視での前記前面の曲率半径を R_1 、側面視での前記後面の曲率半径を R_2 とした場合、 $1.5 \leq R_2/R_1 \leq 2.5$ 好ましくは、 $1.7 \leq R_2/R_1 \leq 2.0$ とする。 R_2/R_1 (H_1) を 1.5 未満とした場合には、反射光の垂直方向の光束の広がりが大きくなりすぎ、また R_2/R_1 が大きくなれば反射光の垂直方向の光束の広がりを抑えることができるが、 2.5 を越える程の必要性はない。

ここで、光線が入射する媒体（透明体）の屈折率は入射光線の波長によって変化する（通常の屈折率は中間値を用いている）。この屈折率の相違により同じ入射高さで入射した光線であっても青色成分の光線と赤色成分の光線とは媒体への侵入角が異なり、後面での反射点も変化する。これを考慮すると、絞り角を近距離用の 1.5° ($20 \sim 40$ m) に適したものにするには $H_1 = 1.7$ 、絞り角を遠距離用の 0.1° ($300 \sim 1000$ m) に適したものにするには $H_1 = 2.0$ とする。特に超近距離、超遠距離を考慮すると、 $1.7 \leq H_1 \leq 2.0$ となる。

【0024】

また、側面視での再帰反射機能部材の厚さは、水平方向からの入射光と前記前面の曲率半径の中心を通る線とのなす角 (θ_1) が 30° 以内となる厚さとすることが好ましい。再帰反射機能部材の厚さを上記よりも厚くすると、反射光の垂直方向の光束の広がりが大きくなり、無駄な部分が多くなる。

【0025】

また、再帰反射機能部材の平面視での後面の幅方向の端部と後面の曲率半径の中心を結ぶ線と、後面の曲率半径の中心を通る軸線とのなす角 ($\theta 2$) は $\pm 0.002^\circ \sim \pm 0.2^\circ$ とすることが好ましい。この範囲は再帰反射機能部材を高速道路の視線誘導標識に利用した場合に有利になる。即ち、運転者（右ハンドル）と右側ヘッドライトとの左右方向のズレを考慮すると、遠距離ではズレ量が小さく近距離ではズレ量が大いので、上記の寸法が好ましい。

【0026】

また、本発明に係る再帰反射ユニットは前記した複数の再帰反射機能部材を、前面及び側面を揃えて上下方向に積層することで構成される。積層した場合には前面はレンチキュラーレンズ状になる。

積層する複数の再帰反射機能部材として異なる再帰反射特性を有するものを選定することにより、例えば、自動車の走行に連れて再帰反射機能部材と自動車の距離が変化しても、何れかの再帰反射機能部材が最適な条件となるので、ユニット全体としての効率が向上する。

【0027】

また、ユニットの片側前方に光源からの光線を再帰反射機能部材の前面に入射せしめるとともに、前面からの出射光を略光源方向に戻す反射部材を設けることで、再帰反射効率を2倍にすることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る再帰反射機能部材の斜視図、図2(a)は本発明に係る再帰反射機能部材の平面図、(b)は本発明に係る再帰反射機能部材の側面図である。

再帰反射機能部材1は透明アクリル樹脂を射出成形してなり、その形状は上面2、下面3及び左右の側面4、5が平坦面となった概略板状をなしている。また前面6は入・出射面とされ、後面7は反射面とすべくアルミ蒸着が施され、その外側は樹脂8で保護されている。

また再帰反射機能部材1の寸法は、特に制限はないが、例えば幅8～15mm

、厚さ 3 ～ 5 mm、長さ 20 ～ 30 mm 程度とする。

【0029】

前記前面 6 は側面視で前方に突出したシリンドリカル形状をなし、前記後面 7 は側面視及び平面視で後方に突出する凸状非球面とされ、図 2 (a) に示すように、前面 6 の側面視における曲率半径を R_1 、後面 7 の側面視における曲率半径を R_2 とした場合、 $R_2/R_1 = H_1$ とすると、 $1.7 \leq H_1 \leq 2.0$ となるように設計している。この理由は前記したように、反射光の垂直方向の光束の広がり特定の範囲に抑えるためである。具体的には高速道路の視線誘導標識とする場合に、再帰反射機能部材 1 からの反射光の光束内に過不足なく自動車が入るようにするためである。

【0030】

また、図 2 (b) に示すように、平面視での後面 7 の幅方向の端部と後面の曲率半径 R_3 の中心を結ぶ線と、後面 7 の曲率半径 R_3 の中心を通る軸線とのなす角 (θ_2) は $\pm 0.002^\circ \sim \pm 0.2^\circ$ となるように設計している。これは前記したように、高速道路における運転者とヘッドライトとの水平方向のズレを考慮したものである。

【0031】

因みに、 θ_2 (光源と再帰反射機能部材 1 の後面の一端とを結ぶ線と光軸との角度) が 0.15° になるような曲率に設計すると、反射する光線は光軸を中心として左右方向 (水平方向) $\pm 0.3^\circ$ の範囲内に絞られることになる。

【0032】

更に、側面視での再帰反射機能部材の厚さは、図 5 (b) に示すように、水平方向からの入射光と前記前面の曲率半径の中心を通る線とのなす角 (θ_1) が 30° 以内となる厚さとするのが好ましい。前記したように、再帰反射機能部材の厚さを上記よりも厚くすると、反射光の垂直方向の光束の広がりが大きくなり、無駄な部分が多くなるからである。

【0033】

図 3 は本発明に係る再帰反射ユニットの斜視図、図 4 (a) は同再帰反射ユニットの側面図、(b) は同再帰反射ユニットの平面図であり、この再帰反射ユニ

ット 11 は取付板 12 の後方に再帰反射機能部材 1…を積層してなり、前記再帰反射機能部材 1 の前方に 100mm 程度の反射フィルム 14 を備えている。実施例にあつては、この取付板 12 をガードレール 13 の窪んだ側面に 3.5° の傾斜角で取り付けられている。

【0034】

水平方向の再帰反射状態は図 5 (a) の平面図で分るように、レンズ体 (再帰反射機能部材 1) の前面 6 から入射した光線はレンズ体の側面で全反射し裏側の後面 7 で反射されて入射した方向と対称な逆方向に出て行くことになる。この後、前記光線はレンズ体前方の反射層で反射され入射した方向に戻っていくことになる。この時、後面 7 を側面と 90° の角度を形成する面に設計すると反射光線は入射光線と全く同じ方向のみに戻るようになるが、後面 7 を特定な曲率の球面に設計すると入射光線と左右方向に必要なズレ角度を持った反射光線を任意に発生させることが可能となる。また反射フィルム 14 で反射して前面 6 に入射する光線もあるので、反射フィルム 14 を設けることで、有効面積比率は 2 倍になる。

【0035】

図 5 (b) は垂直方向の再帰反射状態を示した図であり、レンズ体の前面 6 からある入射高さで入射した光線が裏側の反射面で反射され、表側の入射面から戻っていく時に発生する入射角度とのズレ角度を表しており、このズレ角度が運転者の目に入る観測角度と一致した場合に、このズレ角度の光線が再帰反射に有効な光線ということになる。

【0036】

以下に具体的な設計例を示す。

(設計例 1)

具体的な設計例の一番目として運転者の目と反射体の距離 40m の距離にある場合に最適なレンズ体の設計を行ってみる。先ず運転者の目から反射体までの距離が 40m の場合を考えると、前記図 9 で示したように運転者の目と反射体のなす角度 (観測角度) は $\tan^{-1}(0.5 \div 40) = 0.716^\circ$ となり、 0.716° の観測角度方向に向かう円環状の光線と運転者の目との関係は図 10 (d)

に示すように 0.716° の円環状のリングの左右端を削った光線の上部に目の幅 6 cm が存在することになる。左右端を削った光線になるのは、先に述べた様に $\theta 2$ の値により或る特定の水平角度範囲以外に戻らないように反射光線の光束の広がりを絞っているためである。

$\theta 2$ の値を更に小さくして、この左右端を更に削っていった場合にも運転者の目が光線の上部に存在する為の光線の左右方向（水平方向）の必要角度を求めると、 $\tan^{-1}(0.03 \div 40) = 0.043^\circ$ となる。 $\theta 2$ の値を 0.043° の 3.5 倍の 0.15° としてこれを長方形の反射体の部位で示すと図 6 (a) のようになり、上下に出来る三角形のうち上部の三角形が運転者の目の方向に向かう光線が反射される部分となる。勿論この部分から反射された $0^\circ \sim 1.5^\circ$ の観測角度の光線のうちで観測角度 0.716° の光線が最終的に 40 m 先にいる運転者の目に入る有効な光線となる。この時レンズ体の設計を行う為 $\theta 2$ を 0.043° の 3.5 倍の 0.15° とし、レンズ体の断面の幅方向の長さを 11 mm とすると

$R3 = 5.5 \div \sin 0.15^\circ = 2101$ となる。この時反射された光線は先に述べたように全て左右方向（水平方向）に関し $-0.3^\circ \sim +0.3^\circ$ の範囲内に絞られることになる。

$\theta 2$ の値は 0.043° の 3.5 倍より小さな値にすることも可能であるが、後で説明する計算例の結果を踏まえて 3.5 倍とした。この条件で反射体の長方形の総面積にしめる上部の小さな長方形の面積比率を求めると、 $0.043^\circ \div 0.3^\circ \div 4 = 0.036$ となり目標の 4% を下回ることになるが、先に図 4 で示したように入射光線の TOTAL 光量はレンズ体に直接入射した光線とレンズ体の前方の反射フィルム 14 で反射された後でレンズ体に入射した光線の 2 つがあり、結果的には有効面積の比率は 3.6% の 2 倍の 7.2% と同じことになる。

【0037】

図 5 (b) をベースに、設計条件の入射高さ角度 ($\theta 1$) と後面 7 の側面視での曲率 $R2$ と前面 6 の側面視での曲率 $R1$ との比率 ($H1$) と観測角度の関係を計算したのが表 1 である。

【0038】

【表1】

$n(\text{屈折率})=1.49$

入射高さ角度 θ	1.96	1.94	1.92	1.90	1.88	1.86	1.84	1.82	1.80	1.78	1.76
0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
5°	0.1270752	0.1623472	0.1983544	0.23512	0.2726682	0.3110243	0.3502146	0.3902667	0.4312093	0.4730724	0.5158876
10°	0.2028751	0.2732448	0.3450832	0.4184369	0.4933542	0.5698859	0.6480945	0.7280053	0.8097059	0.8932463	0.9786895
15°	0.1954679	0.2805830	0.3878969	0.4974795	0.6094035	0.7237450	0.8405832	0.9600010	1.0820848	1.2069251	1.3346166
20°	-0.0083999	0.1309223	0.2731679	0.4184301	0.5668061	0.7183974	0.8733099	1.0316543	1.1935462	1.3591086	1.5284619
25°	-0.4040280	-0.2312332	-0.0547888	0.1253918	0.3094605	0.4975342	0.6897458	0.8862337	1.0871430	1.2926253	1.5028391
30°	-1.0692452	-0.8639226	-0.6539830	-0.4401046	-0.2213228	0.0022421	0.2307499	0.4643671	0.7632683	0.9476358	1.1976606
35°	-2.0852174	-1.8285371	-1.5866703	-1.3399142	-1.0876374	-0.8298153	-0.5662616	-0.2967814	-0.0211709	0.2607832	0.5493044
40°	-3.4588633	-3.1902366	-2.9179092	-2.6396945	-2.3553977	-2.0648151	-1.767734	-1.4639315	-1.1531747	-0.8352192	-0.5098094
45°	-5.3133212	-5.0184161	-4.7171695	-4.4093723	-4.0948059	-3.7732419	-3.4444412	-3.1081537	-2.7641174	-2.4120577	-2.0516870

【0039】

表1をベースに観測角度 0.716° に有効な光線比率の高い設計条件を求めると $H1=1.86$ となる。更に入射高さ $\theta1=0\sim15^\circ$ に設定すると、反射光線はすべて観測角度 $0\sim0.72^\circ$ の光線となり、反射効率は100%となる。この二つの設計条件よりレンズ体（再帰反射機能部材）の設計を行うため、 $R1$ 、 $R2$ を求めると $R1=2.0/\sin 15^\circ=7.7$ 、 $R2=R1\times1.86=14.4$ となる。尚、レンズ体の断面形状として幅寸法11mm、厚み4mmとした。

このレンズ体の反射効率は先程述べたように入射高さ角度 $\theta1=0\sim15^\circ$ とする事により100%となる訳であるが、実際には反射層などでの効率のロスが発生するため80%程度となるが、更にレンズ体前方の反射層（反射フィルム）でのロスが加わる為72%程度と考えられる。以上の結果よりこのレンズ体とキューブコーナ型反射シートの反射性能比を求めると、

$(72\%\times45\%)\div(7.2\%\times1.89\%)=6.1$ 倍となり、再帰反射性能はキューブコーナ型の4倍以上を達成することが可能となる。

【0040】

具体的な設計例の二番目として運転者の目と反射体の距離が120mの距離にある場合に最適なレンズ体の設計を行ってみる。先ず運転者の目から反射体までの距離が120mの場合を考えると、前記同様の考え方で、運転者の目と反射体のなす角度（観測角度）は $\tan^{-1}(0.5\div120)=0.239^\circ$ となる。 0.239° の観測角度方向に向かう円環状の光線と運転者の目との関係は、前記同様 0.239° の円環状のリングの左右端を削った光線の上部に目の幅6cmが存在することになる。先に述べた $\theta2$ の値を更に小さくして、この左右端を更に削っていった場合にも運転者の目が光線の上部に存在する為の光線の左右方向の必要角度を求めると、 $\tan^{-1}(0.03\div120)=0.0143^\circ$ となる。 $\theta2$ の値を 0.0143° の1.5倍の 0.0215° として、これを長方形の反射体の部位で示すと図6(b)のようになり、上下に出来る三角形のうち上部の三角形が運転者の目の方向に向かう光線が反射される部分となる。勿論この部分から反射された $0^\circ\sim1.5^\circ$ の観測角度の光線のうちで観測角度 0.014

3° の光線が最終的に 120 m 先にいる運転者の目に入る有効な光線となる。この時レンズ体の設計を行う為、 $\theta 2$ を 0.0143° の 1.5 倍の 0.0215° とすると

$R3 = 5.5 \div \sin 0.0215^\circ = 14675$ となる。この時反射された光線は先に述べたように全て左右方向（水平方向）に関し $-0.043^\circ \sim +0.043^\circ$ の範囲内に絞られることになる。

$\theta 2$ の値は 40 m の場合と同じく 0.043° の 1.5 倍より小さな値にすることも可能であるが、後で説明する計算例の結果を踏まえて 1.5 倍とした。この条件で反射体の長方形の総面積にしめる上部の小さな長方形の面積比率を求めると

$0.0143^\circ \div 0.043^\circ \div 4 = 0.083$ となり目標の 4 % を超えることになるが、50 m の場合と同じく入射光線の TOTAL 光量はレンズ体に直接入射した光線とレンズ体の前方の反射層で反射された後でレンズ体に入射した光線の 2 つがあり、結果的には有効面積の比率は 8.3 % の 2 倍の 16.6 % と同じことになる。

【0041】

次に 40 m の時と同じく表 1 をベースに観測角度 0.239° に有効な光線比率の高い設計条件を求めると $H1 = 1.94$ となる。更に入射高さ角度 $\theta 1 = 0 \sim 15^\circ$ に設定すると、反射光線はすべて観測角度 $0 \sim 0.28^\circ$ の光線となり、反射効率は 100 % となる。この二つの設計条件よりレンズ体の設計を行うため、 $R1$ 、 $R2$ を求めると $R1 = 2 / \sin 15^\circ = 7.7$ 、 $R2 = R1 \times 1.94 = 14.9$ となる。このレンズ体の反射効率は先程述べたように入射高さ角度 $\theta 1 = 0 \sim 15^\circ$ とする事により 100 % となる訳であるが、実際には反射層などでの効率のロスが発生するため 80 % 程度となるが、更にレンズ体前方の反射層でのロスが加わる為 72 % 程度と考えられる。

以上の結果よりこのレンズ体とキューブコーナ型反射シートの反射性能比を求めると 40 m の場合と同じく、

$(72\% \times 45\%) \div (16.6\% \times 1.89\%) = 14.1$ 倍となり、再帰反射性能はキューブコーナ型の 4 倍以上を達成することが可能となる。

【0042】

(表3)は上記のような設計方法にて、観測角度 $0.1^{\circ} \sim 0.2^{\circ}$ に対応できるレンズ体の設計例であり、各レンズ体の有効面積比率はいずれも4%以上を持つことが可能となる。このように運転者の目と反射体の距離に応じた複数のタイプのレンズ体を組み合わせて使うことにより、運転者の目と反射体の距離を例えば40m～500mの範囲で反射性能がキューブコーナ型反射シートの4倍以上で且つ最適な特性を持つ再帰反射部材が可能となる。

【0043】

上記の具体的な設計例では運転者の目とヘッドライトと反射体が一直線にあると仮定して計算したが、実際は図7(a)および(b)に示すように車の右ヘッドライトと運転者の目と反射体は $L1$ 、 $L2$ に応じて或る角度が発生することになる。即ち運転者の目は常に車の右ヘッドライトの左側にあることになり運転者の目に有効な光線が反射される部位は、図6(a)(b)と異なり、図6(c)～(f)のように、反射体の長方形の中心から左右にズレた4個の三角形のうち、上部の2ヶの三角形となる。運転者の目に有効な光線を反射する三角形が左右に2ヶ発生するのは、レンズ体に直接入射した光線と、レンズ体前方の反射層で反射された後で、レンズ体に入射する2つの光線があるためである。

【0044】

$L1$ 、 $L2$ に具体的数字を当てはめて計算してみると、計算例1として $L1 = 40\text{m}$ 、 $L2 = 2.3\text{m}$ とすると運転者の目に有効な光線が反射される部位は図6(c)のようになる。

同じく計算例2として $L1 = 120\text{m}$ 、 $L2 = 2.3\text{m}$ とすると運転者の目に有効な光線が反射される部位は図6(d)のようになる。同じく計算例3として $L1 = 40\text{m}$ 、 $L2 = 4.0\text{m}$ とすると運転者の目に有効な光線が反射される部位は図6(e)のようになる。

同じく計算例4として $L1 = 120\text{m}$ 、 $L2 = 4.0\text{m}$ とすると運転者の目に有効な光線が反射される部位は図6(f)のようになる。

【0045】

以上の計算例1～4で解るように $\theta 2$ を40mの場合の必要角度 0.043°

の3.5倍の 0.15° 、120mの場合の必要角度 0.0143° の1.5倍の 0.0215° と余裕を取ることににより、どの計算例でも反射性能は問題無いことになる。最後にこのようなレンズ体を図4で示すように傾斜角度 3.5° で設置した場合の入射角度と反射性能を計算すると、表2のようになる。表2のように入射角度 4° の場合に3.5倍、入射角度 7° の場合に5.5倍とすると、反射性能はキューブコーナ型反射シートの4倍以上を達成することが可能になる。

【0046】

【表2】

入射角度 4° の場合

$$\begin{aligned} \text{再帰反射性能向上率} &= \text{再帰反射効率} \times \text{反射体の有効面積} \times \text{左ヘッドライトの影響度} \\ &= (80\% \div 45\%) \times (48\text{mm} \times (100\text{mm} \times \tan 4^\circ)) \times 13.31\% \div \\ &\quad (48\text{mm} \times 18\text{mm} \times 1.89\%) \times 80\% = 3.5 \text{ 倍} \end{aligned}$$

入射角度 5° の場合

$$\begin{aligned} \text{再帰反射性能向上率} &= \text{再帰反射効率} \times \text{反射体の有効面積} \times \text{左ヘッドライトの影響度} \\ &= (80\% \div 45\%) \times (48\text{mm} \times (100\text{mm} \times \tan 5^\circ)) \times 13.31\% \div \\ &\quad (48\text{mm} \times 18\text{mm} \times 1.89\%) \times 80\% = 4.4 \text{ 倍} \end{aligned}$$

入射角度 6° の場合

$$\begin{aligned} \text{再帰反射性能向上率} &= \text{再帰反射効率} \times \text{反射体の有効面積} \times \text{左ヘッドライトの影響度} \\ &= (80\% \div 45\%) \times (48\text{mm} \times (100\text{mm} \times \tan 6^\circ)) \times 13.31\% \div \\ &\quad (48\text{mm} \times 18\text{mm} \times 1.89\%) \times 80\% = 5.3 \text{ 倍} \end{aligned}$$

入射角度 7° の場合

$$\begin{aligned} \text{再帰反射性能向上率} &= \text{再帰反射効率} \times \text{反射体の有効面積} \times \text{左ヘッドライトの影響度} \\ &= (80\% \div 45\%) \times (48\text{mm} \times 11\text{mm} \times 13.31\%) \div \\ &\quad (48\text{mm} \times 18\text{mm} \times 1.89\%) \times 80\% = 5.5 \text{ 倍} \end{aligned}$$

<設置傾斜角度 3.5° の場合>

入射角度	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	$10^\circ \sim$
反射性能	—	—	—	3.5 倍	4.4 倍	5.3 倍	5.5 倍	5.5 倍	5.5 倍	5.5 倍

【0047】

入射角度の違いにより、反射性能が異なるのはレンズ体の前方の反射フィルム14の長さを100mmとした為に入射角度が大きい場合はレンズ体に入射した全ての光線がレンズ体前方の反射層で反射可能となるが、入射角度が小さい場合はレンズ体に入射した光線の一部のみがレンズ体前方の反射層で反射することとなり、一部の光線は反射不可能となることによる。


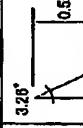

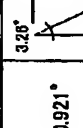

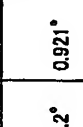

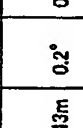

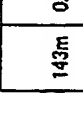



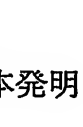

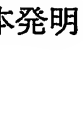

【0048】

最後にレンズ体の径方向を略水平方向に設置する理由を説明すると、逆に垂直

方向に設置した場合に、入射角度が小さいとガードレール側から遠い距離に設置されたレンズ体の再帰反射機能が発揮できなくなり、特定の観測角度の性能が弱くなり、安全運転に支障がでるためである。

【 0 0 4 9 】

【表 3】

L ₁	観測 角度	入射 角度	傾斜角度 & 観測角度		目の幅の 光線角度(Θ ₀)	設計条件			横方向(水平方向) の光線角度(2Θ ₁)	反射体の有効面積 比率(Θ ₀ /4Θ ₁)	
			傾斜角度	観測角度		H ₁	Θ ₁	Θ ₂			
286m	0.1°	0.801°		縦 0.1° 横 -0.0085° ~ 0.0035°	±0.0060°	1.990	0~9°	0.005525°	0.01105°	27.15%	
143m	0.2°	0.921°		縦 0.2° 横 -0.0234° ~ 0.0006°	±0.0120°	1.960	0~14°	0.01565°	0.0313°	19.17%	
95m	0.3°	1.387°		縦 0.3° 横 -0.0428° ~ 0.0060°	±0.0181°	1.935	0~11°	0.03065°	0.06130°	14.76%	
72m	0.4°	1.830°		縦 0.4° 横 -0.0668° ~ 0.0190°	±0.0238°	1.915	0~13°	0.049445°	0.09889°	12.08%	
57m	0.5°	2.311°		縦 0.5° 横 -0.0925° ~ 0.0321°	±0.0302°	1.895	0~13°	0.075145°	0.15029°	10.05%	
48m	0.6°	2.743°		縦 0.6° 横 -0.1333° ~ 0.0617°	±0.0358°	1.880	0~15°	0.10228°	0.20459°	8.75%	
41m	0.7°	3.211°		縦 0.7° 横 -0.1744° ~ 0.0911°	±0.0419°	1.860	0~14°	0.13693°	0.27396°	7.65%	
36m	0.8°	3.656°		縦 0.8° 横 -0.2202° ~ 0.1248°	±0.0477°	1.845	0~15°	0.17426°	0.34852°	6.84%	
平均(反射体の有効面積比率)											13.31%

＜計算条件＞ 1.小型車 2.右ハットライト 3.L₁=2.4m

【0050】

尚、実施例では本発明に係る再帰反射機能部材（再帰反射ユニット）を高速道

路のガードレールに取り付ける視線誘導標識を具体的に挙げて説明したが、本発明はこれに限るものではなく、海難救助用の標識など遠方からの視認性が要求される部材に広く適用できる。

【0051】

【発明の効果】

以上に説明したように本発明によれば、従来の再帰反射機能部材のうちで、最も再帰反射効率に優れるとされるキューブコーナ型再帰反射機能部材の4倍以上の反射性能を達成できる。

したがって、ガードレールの側面の窪み部などの極めて限られた箇所に設けても、十分に再帰反射機能を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る再帰反射機能部材の斜視図

【図2】

(a) は本発明に係る再帰反射機能部材の側面図、(b) は本発明に係る再帰反射機能部材の平面図

【図3】

本発明に係る再帰反射機能部材を積層してなる再帰反射ユニットの斜視図

【図4】

(a) は同再帰反射ユニットの平面図、(b) は同再帰反射ユニットの側面図

【図5】

(a) は同再帰反射ユニットの再帰反射状態を説明した平面図、(b) は同再帰反射ユニットの再帰反射状態を説明した側面図

【図6】

(a) ～ (f) は本発明に係る再帰反射機能部材の反射面のうち、運転者の目に届く光線が反射される領域で、それぞれ条件が異なる場合を示した図

【図7】

(a) は運転者の目の位置と右側ヘッドライトと反射体との位置関係を示す平面図、(b) は同位置関係を運転者側から見た図

【図 8】

従来の微小ガラス球型再帰反射機能部材を説明した図

【図 9】

自動車のヘッドライトと運転者との位置のズレに起因する観測角を説明した図

【図 10】

(a) は再帰反射体からの反射光の広がりと運転者の目に入る光線との関係を示す平面図、(b) は同関係の側面視、(c) は再帰反射体からの反射光の広がりを運転者の位置で垂直に切断した図

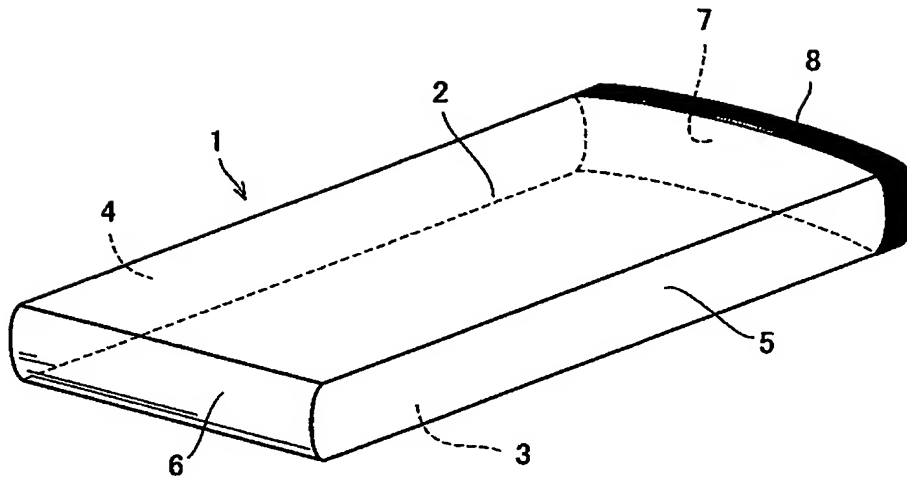
【符号の説明】

1…再帰反射機能部材、2…再帰反射機能部材の上面、3…再帰反射機能部材の下面、4, 5…再帰反射機能部材の側面、6…再帰反射機能部材の前面、7…再帰反射機能部材の後面、8…樹脂、11…再帰反射ユニット、12…取付板、13…ガードレール、14…反射フィルム。

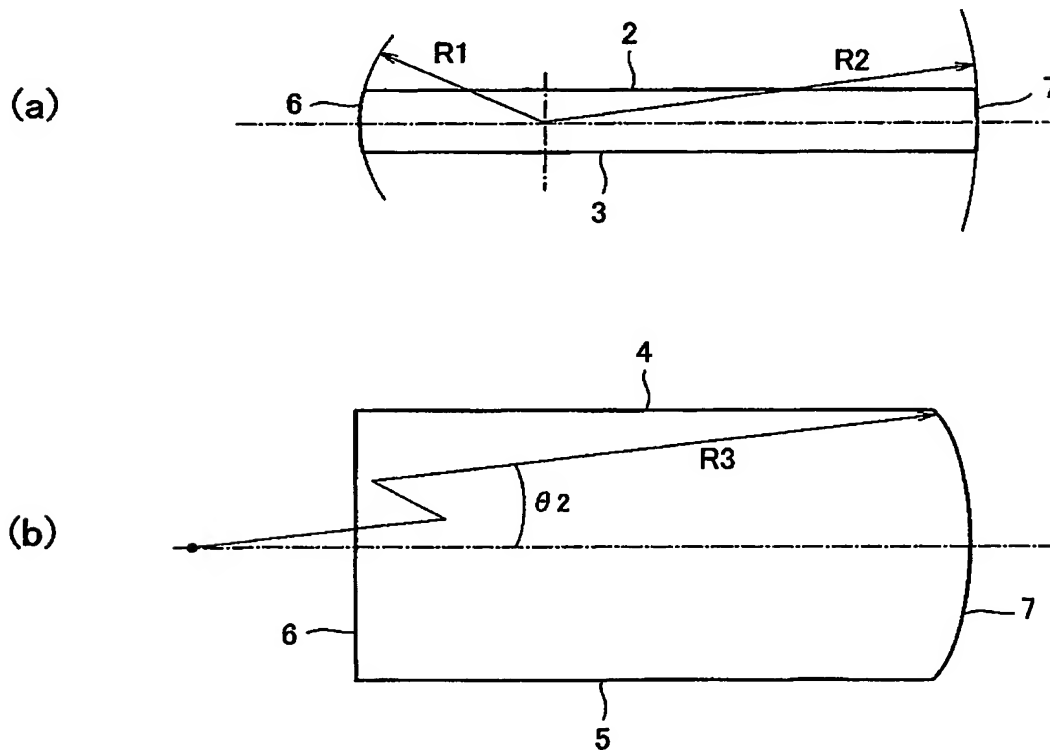
【書類名】

図面

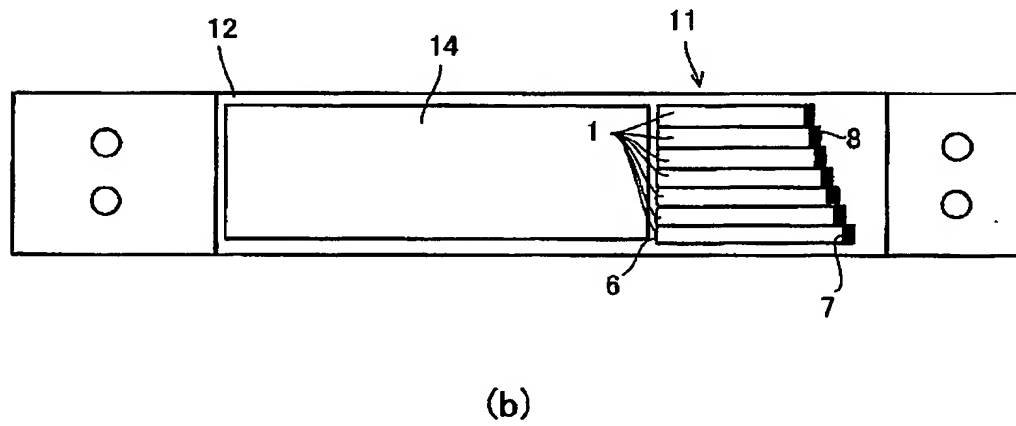
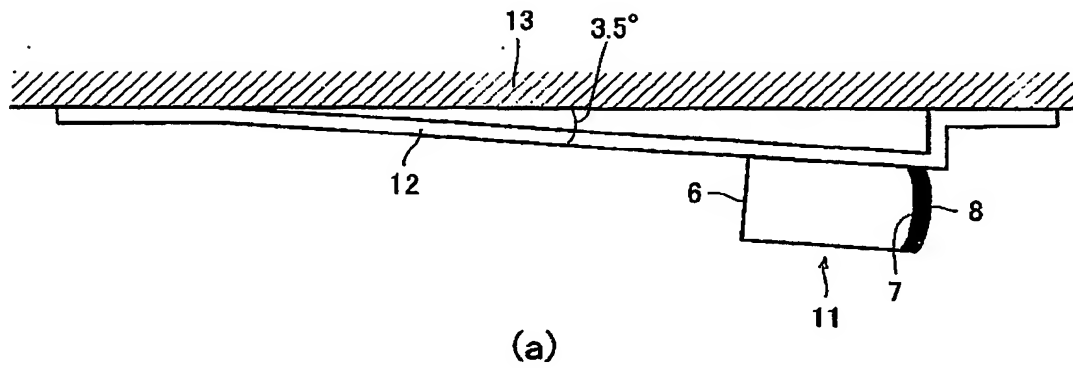
【図 1】



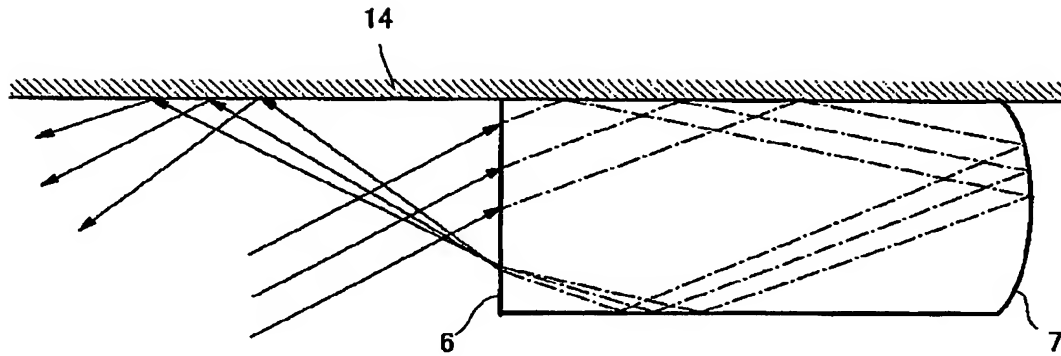
【図 2】



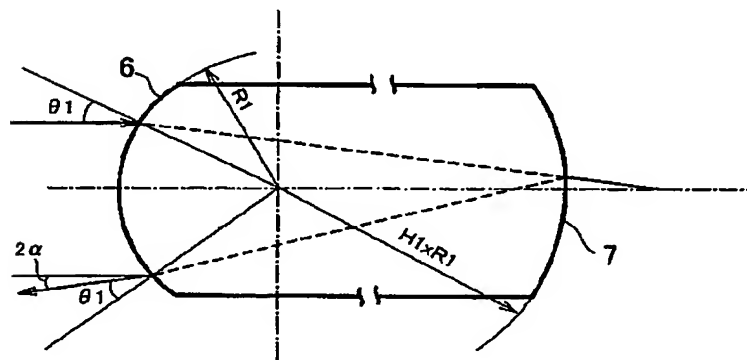
【図 4】



【図 5】

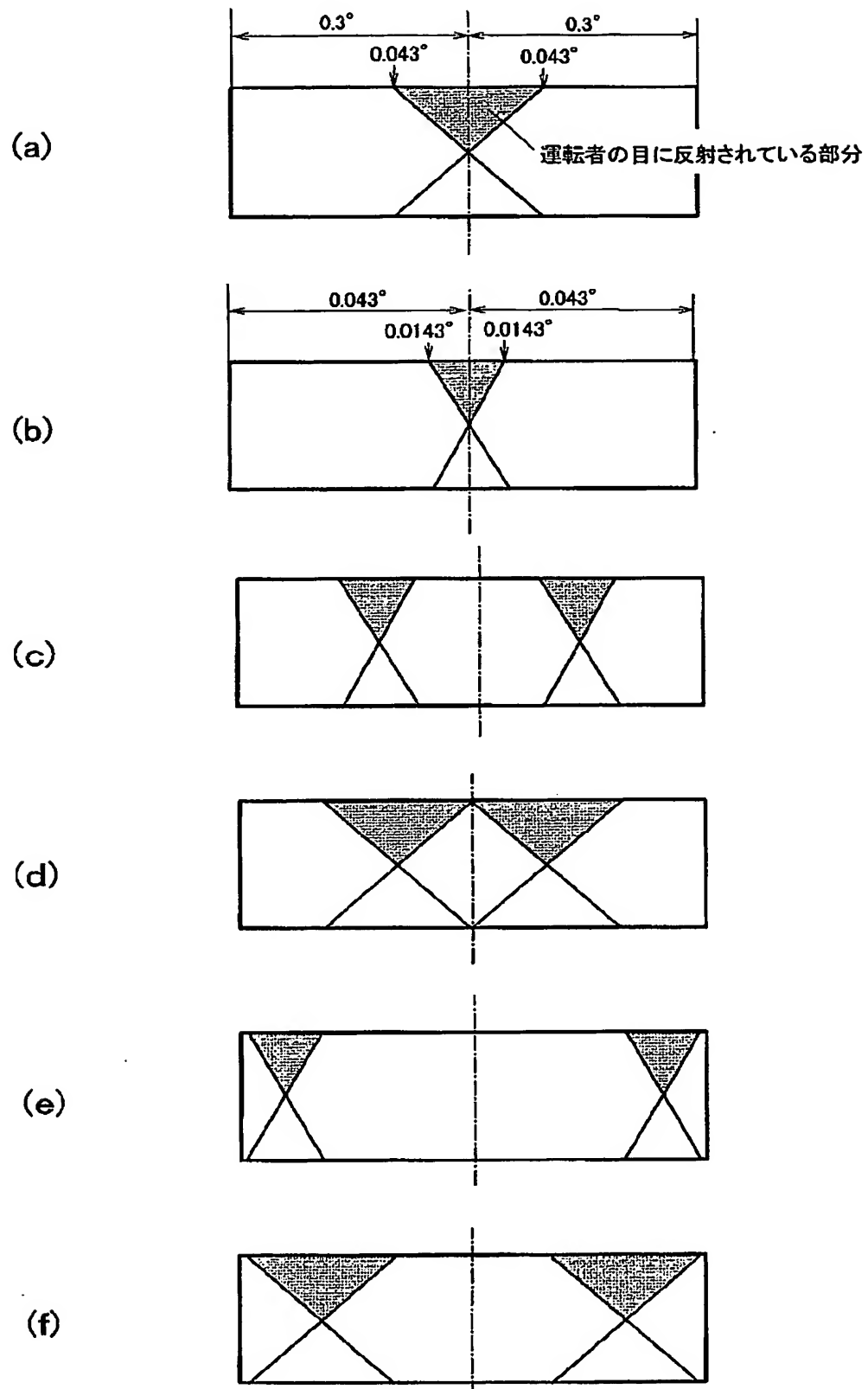


(a)

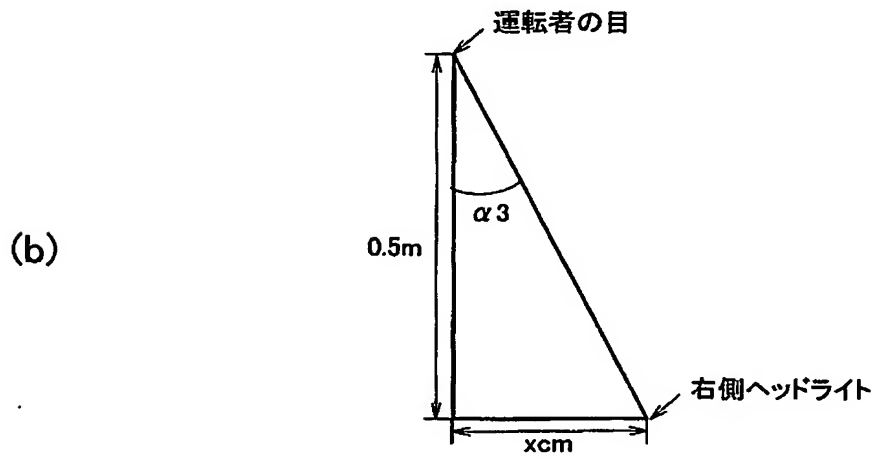
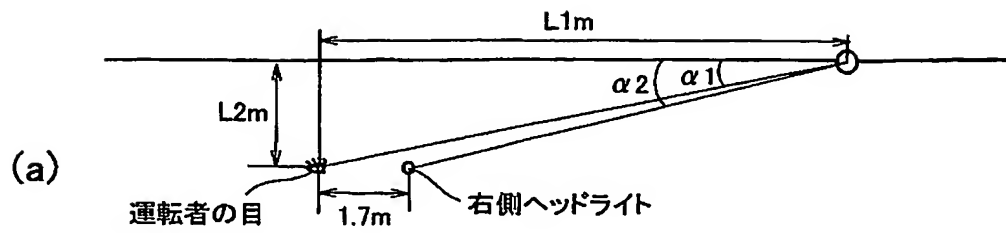


(b)

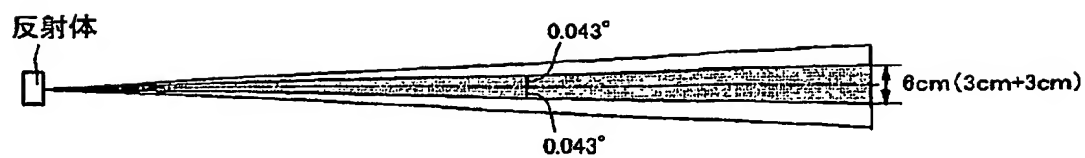
【図 6】



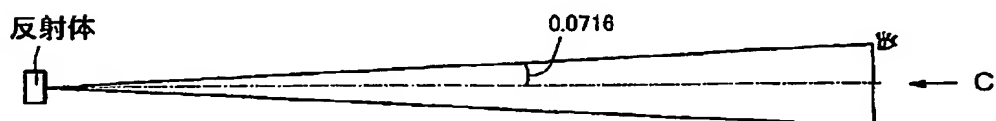
【図 7】



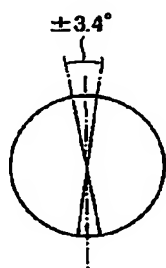
【図 10】



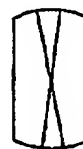
(a)



(b)



(c)



(c)



【書類名】 要約書

【課題】 最も再帰反射性能に優れるキューブコーナ型再帰反射機能部材よりも優れた再帰反射特性を発揮する再帰反射機能部材を提供する。

【解決手段】 再帰反射機能部材 1 は透明アクリル樹脂を射出成形してなり、その形状は上面 2、下面 3 及び左右の側面 4, 5 が平坦面となった概略板状をなしている。また前面 6 は入・出射面とされ、後面 7 は反射面とすべくアルミ蒸着が施され、その外側は樹脂 8 で保護されている。

【選択図】 図 1

特願 2002-367519

出願人履歴情報

識別番号

[501147509]

1. 変更年月日

2001年 4月11日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県茅ヶ崎市東海岸北2丁目6番62号

氏 名

筒井 修